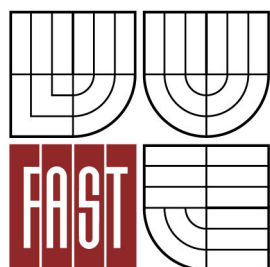




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

NOSNÁ OCELOVÁ KONSTRUKCE MUZEA

STEEL LOAD-BEARING STRUCTURE OF A MUSEUM EXHIBITION GALLERY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MARTIN GUZIUR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Martin Guziur
Název	Nosná ocelová konstrukce muzea
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2013
Datum odevzdání diplomové práce	17. 1. 2014
V Brně dne 31. 3. 2013	

.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Ferjenčík, P., Schun, J., Melcher, J., Voříšek, V., Chladný, E.: Navrhovanie ocelových konštrukcií 1. časť + 2. časť, SNTL Alfa, Praha, 1986

Marek, P. a kol.: Kovové konstrukce pozemních staveb, SNTL Alfa, Bratistava, 1985

Skripta zabývající se danou problematikou

Normativní dokumenty z dané problematiky

Zásady pro vypracování

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce muzea podle předané dispozice. Zpracujte variantní řešení návrhu, zvolenou variantu rozpracujte.

Předepsané přílohy

Technická zpráva se zhodnocením variant řešení.

Statický výpočet hlavních nosných částí, návrh a výpočet směrných detailů.

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce

Výkaz materiálu.

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Nosná ocelová konstrukce muzea bude sloužit k vystavování muzejních exponátů a pořádání výstav pro veřejnost. Konstrukce je elipsovitého tvaru o délce 30 m ve směru hlavní osy a 22 m ve směru vedlejší osy. Výška konstrukce je 9 m. Ve vnitřní části muzea je umístěna konstrukce galerie s přístupem po vnitřním schodišti. Hlavní nosné prvky konstrukce muzea jsou navrženy z oceli S235. Střešní plášť je tvořen s panelů Kingspan a obvodový plášť tvoří bezpečnostní vrstvené sklo.

Klíčová slova

příhradový vazník, vaznice, sloup, průvlak, stropnice, trapézový plech, beton, čep, větrové ztužidlo, podélné ztužidlo, zatížení

Abstract

Steel load-bearing structure of a museum will serve to exhibit the museum's exhibits and organizing exhibitions for the public. The structure is elliptical in shape with a length of 30 m in direction of the major axis and 22 m in the direction of the minor axis. Construction height is 9 m. There is located gallery structure in the inner part of the museum with access by an internal staircase. The main load-bearing elements of museum structure are designed from steel S235. The roof deck is made from Kingspan panels and cladding consists of laminated safety glass.

Keywords

truss, purlin, pillar, girder, trapezoidal sheet, concrete, spigot, the wind bracing, the longitudinal bracing, load

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Martin Guziur *Nosná ocelová konstrukce muzea*. Brno, 2014. 15 s., 7 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17.1.2014

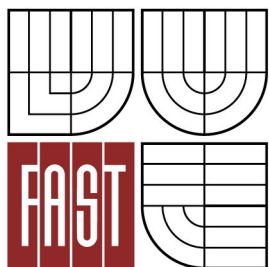
.....
podpis autora
Bc. Martin Guziur

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Miroslavu Bajerovi, CSc. za ochotu a užitečné rady při konzultacích diplomové práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MARTIN GUZIUR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2014

Obsah

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA - ZHODNOCENÍ VARIANT	2
1.1 VARIANTA 1.	2
1.1.1 Účel konstrukce	2
1.1.2 Popis konstrukce	2
1.1.3 Geometrie konstrukce.....	3
1.1.4 Výkaz materiálu	5
1.2 VARIANTA 2	6
1.2.1 Účel konstrukce	6
1.2.2 Popis konstrukce	6
1.2.3 Geometrie konstrukce.....	7
1.2.4 Výkaz materiálu	9
1.3 POROVNÁNÍ VARIANT	10
1.4 ZÁVĚR	10
2. TECHNICKÁ ZPRÁVA VYBRANÉ VARIANTY	11
2.1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE	11
2.2 POUŽITÉ NORMY	11
2.3 ZATÍŽENÍ	11
2.4 POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ	13
2.5 POPIS NOSNÉHO SYSTÉMU KONSTRUKCE.....	14
2.6 KOTVENÍ	14
2.7 MONTÁŽ	15
2.8 POVRCHOVÁ ÚPRAVA KONSTRUKCE.....	15
2.9 ÚDRŽBA KONSTRUKCE.....	15
2.10 HMOTNOST KONSTRUKCE.....	15

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA - ZHODNOCENÍ VARIANT

1.1 VARIANTA 1.

1.1.1 Účel konstrukce

Nosná ocelová konstrukce muzea bude sloužit pro vystavování muzejních exponátů a pořádání výstav pro veřejnost.

1.1.2 Popis konstrukce

Nosná konstrukce muzea má navržený půdorys elipsovitého tvaru. Delší půdorysný rozměr má délku 30m a v příčném směru má konstrukce délku 22m. Maximální konstrukční výška konstrukce činí 9m. Konstrukce je tvořena ze dvou částí. Hlavní část konstrukce tvoří vnější obvodové sloupy, které jsou ve spodní části vetknuty do betonových patek a k horní části sloupu jsou připevněny příhradové vazníky pomocí čepových spojů. V podélném směru je zajištěna tuhost pomocí čtyř podélných ztužidel vždy mezi sloupy 2 až 3 a v příčném směru je zajištěna stabilita vetknutím sloupů. Střešní konstrukce je tvořena z devíti příhradových vazníků, které jsou v rovině střechy zabezpečeny příčným větrovým ztužidlem ve dvou řadách, tato ztužidla jsou umístěna vždy v řadě mezi podélnými ztužidly sloupů. Střední vazníků jsou zabezpečeny v podélném směru konstrukce pomocí podélného ztužidla, toto ztužidlo zajišťuje dolní pásy vazníků proti vybočení. Na vazníky jsou kloubově připevněny vaznice, které přenášejí zatížení od střešního pláště do vazníků. Zatížení je pak přeneseno z vazníků do sloupů a následně ze sloupů do základů.

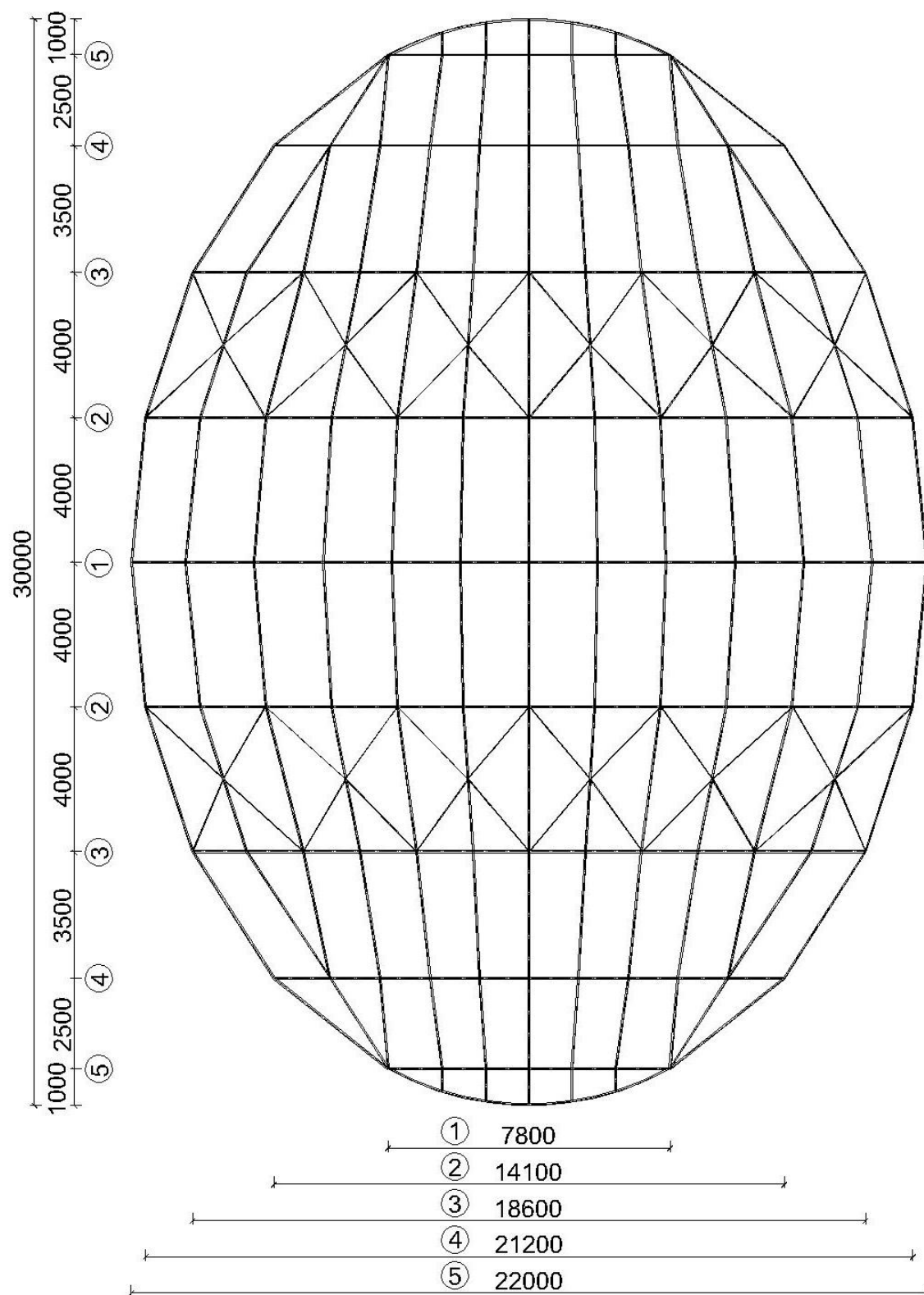
Ve vnitřní části muzea je navržena konstrukce galerie, která se skládá z vnitřních sloupů kloubově kotvených do betonových patek. Sloupy jsou zabezpečeny ztužidly v úrovni mezi ztužidly hlavních sloupů 2 až 3. Na jednotlivé sloupy galerie jsou kloubově připojeny průvlaky, tyto průvlaky jsou na druhém konci kloubově připojeny k hlavním obvodovým sloupům konstrukce muzea. Na průvlaky jsou kloubově připevněny stropnice. Vodorovná konstrukce galerie je navržena jako spřažená. Stropnice a průvlaky spolupůsobí s betonem pomocí navržených spřahovacích trnů.

Hlavní sloupy konstrukce jsou tvořeny z profilů HEB 140. Ztužidla mezi hlavními sloupy jsou tvořena z ocelových profilů kruhového průřezu. Příhradové vazníky budou svařeny z ocelových obdélníkových a čtvercových profilů. Větrové ztužidlo je navrženo z kulatiny a uvažuje se pouze jako tažený prvek. Vaznice jsou navrženy z profilů U120. Na vaznice bude připevněn střešní plášť, který bude tvořen ze střešních panelů Kingspan KS 1000 TOP-DEK, tento panel je vhodný i pro obloukové konstrukce. Stěnový plášť je navržen z bezpečnostního vrstveného skla o tloušťce 19mm.

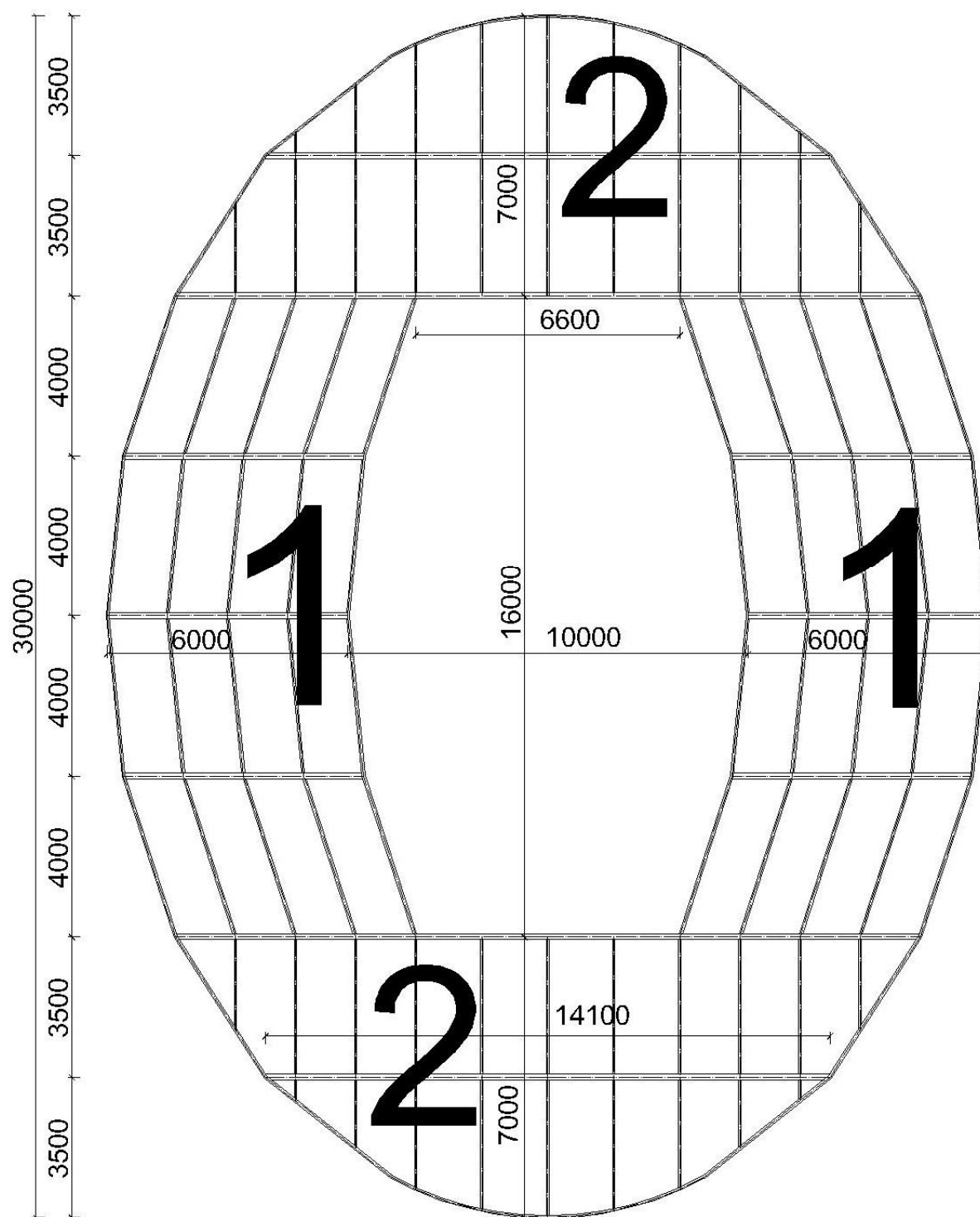
Sloupy galerie jsou navrženy z profilů HEB 140. Průvlaky v části 1 a 2 jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 300. Stropnice v části 1 jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 140 a v části 2 jsou navrženy z profilů IPE 120. Část 1 a 2 je označena v obrázku. Jako podklad pro betonáž je použit trapézový plech Hacierco 40S/160 o výšce žebra 39mm. Pro betonáž je použit beton C 25/30.

1.1.3 Geometrie konstrukce

PŮDORYS STŘECHY



PŮDORYS GALERIE



1.1.4 Výkaz materiálu

Vygenerováno programem Scia Engineer 2012.

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost (kg/m)	Délka (m)	Hmotnost (kg)	Povrch (m ²)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Objem (m ³)
CFRHS80X80X4	S235	9,2	19,007	175,3	5,82	7850	2,23E-02
HEB140	S235	33,7	160	5395,8	128,848	7850	6,87E-01
CFRHS80X60X5	S235	9,7	22,121	214,6	5,812	7850	2,73E-02
CFRHS80X40X4	S235	6,7	54,79	367,7	12,394	7850	4,68E-02
CFRHS80X40X4	S235	6,7	87,033	584,1	19,687	7850	7,44E-02
CFRHS80X60X4	S235	8	22,291	177,6	5,934	7850	2,26E-02
CFRHS60X40X5	S235	6,6	28,314	185,8	5,175	7850	2,37E-02
RRO60X30X3K	S235	3,8	61,397	231,7	10,416	7850	2,95E-02
CFRHS80X60X4	S235	8	37,367	297,7	9,947	7850	3,79E-02
CFRHS80X60X4	S235	8	31,23	248,8	8,313	7850	3,17E-02
CFRHS80X60X5	S235	9,7	42,624	413,6	11,199	7850	5,27E-02
CFRHS80X60X5	S235	9,7	36,413	353,3	9,568	7850	4,50E-02
CFRHS80X40X4	S235	6,7	105,501	708,1	23,865	7850	9,02E-02
CFRHS40X40X4	S235	4,2	16,094	67,6	2,353	7850	8,61E-03
CFRHS40X40X4	S235	4,2	18,377	77,2	2,687	7850	9,83E-03
CFRHS40X40X4	S235	4,2	15,723	66	2,299	7850	8,41E-03
HEB140	S235	33,7	42	1416,4	33,823	7850	1,80E-01
IPE140	S235	12,9	164,494	2117,7	90,54	7850	2,70E-01
CFRHS50X50X4	S235	5,5	62,748	342,3	11,684	7850	4,36E-02
CFRHS50X50X4	S235	5,5	19,515	106,5	3,634	7850	1,36E-02
RD10	S235	0,6	123,899	76,3	3,892	7850	9,73E-03
CFRHS40X40X4	S235	4,2	86,874	364,8	12,701	7850	4,65E-02
CHS88.9/5.0	S235	10,4	65,327	676,9	18,244	7850	8,62E-02
U220	S235	29,4	81,959	2406,2	58,801	7850	3,07E-01
IPE300	S235	42,2	101,47	4285,4	117,665	7850	5,46E-01
IPE140	S235	12,9	48,894	629,5	26,912	7850	8,02E-02
U120	S235	13,3	396,041	5285,2	169,876	7850	6,73E-01
CFRHS50X50X5	S235	6,6	7	45,9	1,28	7850	5,85E-03
IPE120	S235	10,4	112,034	1160,9	53,23	7850	1,48E-01

Celková hmotnost konstrukce je přibližně 28479 kg = 28,4 tun.

Celkový povrch oceli je přibližně 866 m².Celkový objem oceli je přibližně 3,63 m³.

1.2 VARIANTA 2

1.2.1 Účel konstrukce

Nosná ocelová konstrukce muzea bude sloužit pro vystavování muzejních exponátů a pořádání výstav pro veřejnost.

1.2.2 Popis konstrukce

Nosná konstrukce muzea má navržený půdorys elipsovitého tvaru. Delší půdorysný rozměr má délku 30m, v příčném směru má konstrukce délku 22m. Maximální konstrukční výška konstrukce činí 9m. Konstrukce je tvořena ze dvou částí. Hlavní část konstrukce tvoří vnější obvodové sloupy, které jsou ve spodní části vetknuty do betonových patek a k horní části sloupu jsou připevněny příhradové vazníky pomocí čepových spojů. Hlavní sloupy jsou kruhového průřezu, všechny podpory hlavních sloupů jsou natočeny do středu konstrukce. Stabilita konstrukce je zajištěna vetknutím sloupů a pomocí čtyř ztužidel vždy mezi vazbami 2 a 3. Střešní konstrukce je tvořena z devíti příhradových vazníků, které jsou v rovině střechy zabezpečeny větrovým ztužidlem ve dvou řadách, tato ztužidla jsou umístěna v řadě mezi ztužidly sloupů. Středy vazníků jsou zabezpečeny v podélném směru konstrukce pomocí podélného ztužidla, které zajišťuje dolní pásy vazníků proti vybočení. Na vazníky jsou kloubově připevněny vaznice, které přenášejí zatížení od střešního pláště do vazníků. Zatížení je pak přeneseno z vazníků do sloupů a následně ze sloupů do základů.

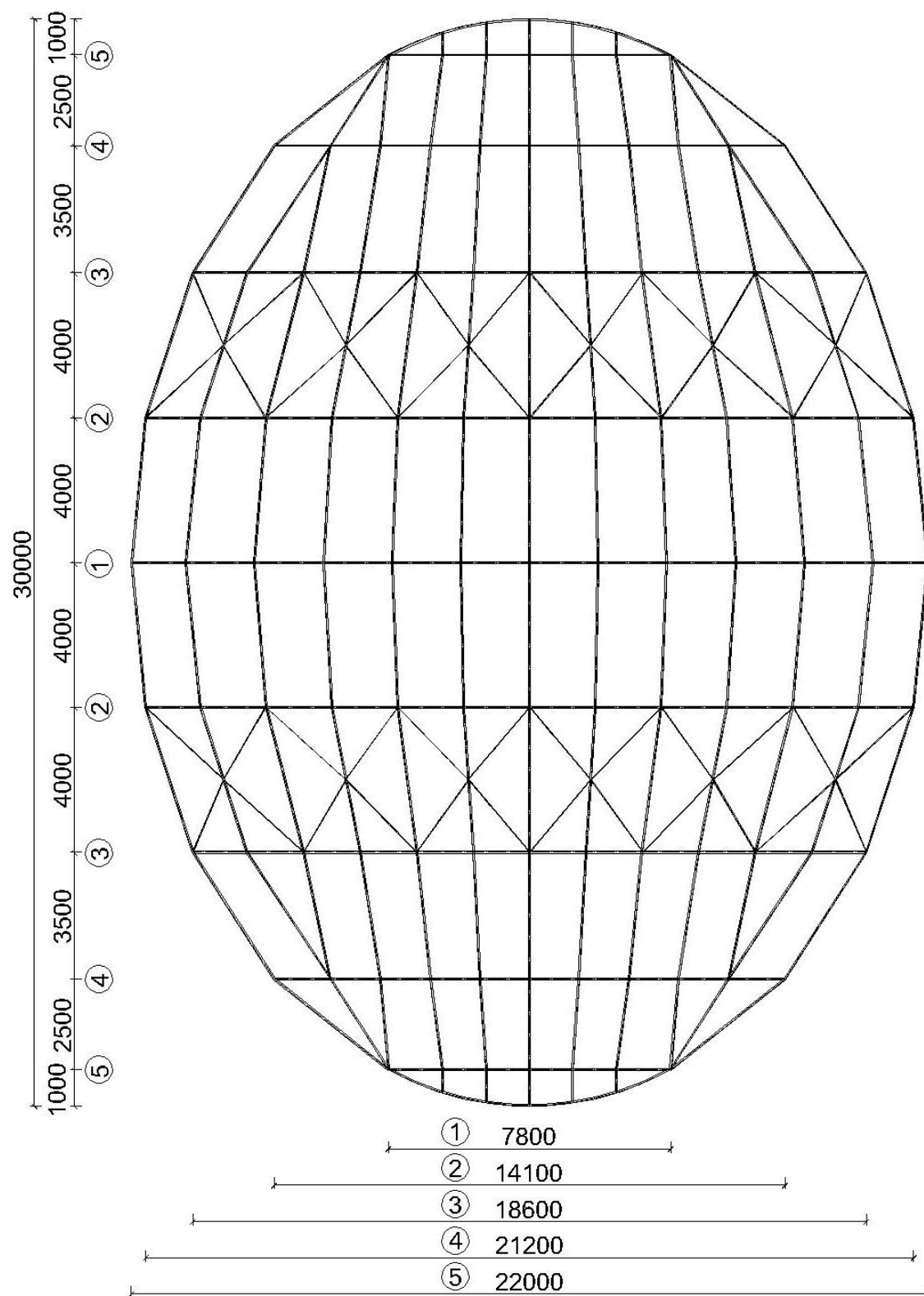
Ve vnitřní části muzea je navržena konstrukce galerie, která se skládá z vnitřních sloupů kloubově kotvených do betonových patek. Na jednotlivé sloupy galerie jsou připojeny průvlaky pomocí tuhého rámového přípoje, tyto průvlaky jsou na druhém konci kloubově připojeny k hlavním obvodovým sloupům konstrukce muzea. Na průvlaky jsou kloubově připevněny stropnice. Vodorovná konstrukce galerie u této varianty není spřažená. Trapézový plech se k horním pásnicím stropnic připevní pomocí vrutů do plechu.

Hlavní sloupy konstrukce jsou tvořeny z profilů CHS 168,3 / 8,0. Ztužidla mezi hlavními sloupy jsou tvořena z ocelových profilů kruhového průřezu. Příhradové vazníky budou svařeny z ocelových obdélníkových a čtvercových profilů. Větrové ztužidlo je navrženo z kulatiny a uvažuje se pouze jako tažený prvek. Vaznice jsou navrženy z profilů U120. Na vaznice bude připevněn střešní plášť, který bude tvořen ze střešních panelů Kingspan KS 1000 TOP-DEK, tento panel je vhodný i pro obloukové konstrukce. Stěnový plášť je navržen z bezpečnostního vrstveného skla o tloušťce 19mm.

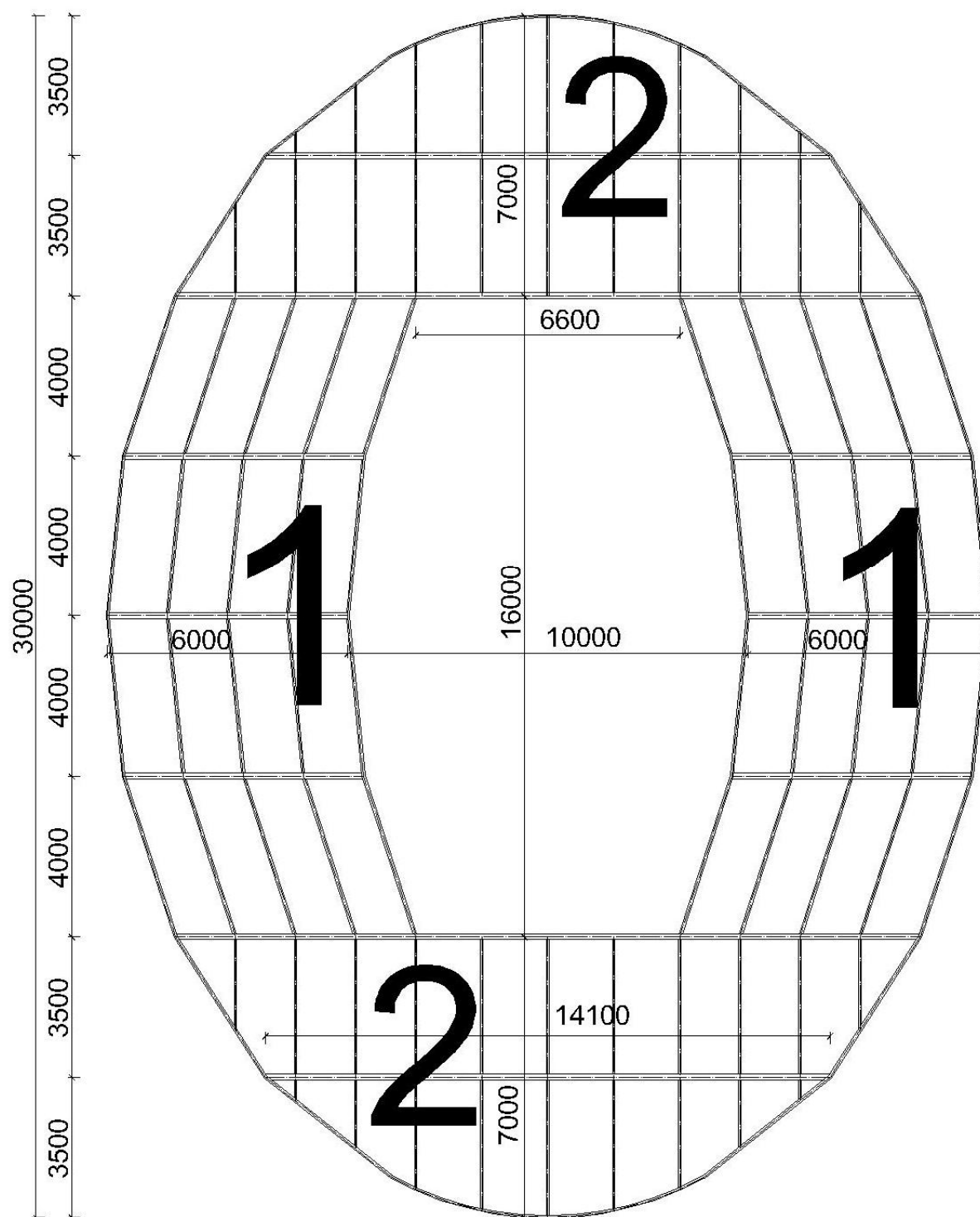
Sloupy galerie jsou navrženy z profilů HEB 140. Průvlaky jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 330 a IPE 360. Stropnice v části 1 jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 200 a v části 2 jsou navrženy z profilů IPE 160. Část 1 a 2 je označena v obrázku. Jako podklad pro betonáž je použit trapézový plech Hacierco 40S/160 o výšce žebra 39mm. Pro betonáž je použit beton C 25/30.

1.2.3 Geometrie konstrukce

PŮDORYS STŘECHY



PŮDORYS GALERIE



1.2.4 Výkaz materiálu

Vygenerováno programem Scia Engineer 2012:

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost (kg/m)	Délka (m)	Hmotnost (kg)	Povrch (m ²)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Objem (m ³)
CFRHS80X80X4	S235	9,2	19,007	175,3	5,82	7850	2,23E-02
CFRHS80X60X5	S235	9,7	22,121	214,6	5,812	7850	2,73E-02
CFRHS80X40X4	S235	6,7	54,79	367,7	12,394	7850	4,68E-02
CFRHS80X40X4	S235	6,7	87,033	584,1	19,687	7850	7,44E-02
CFRHS80X60X4	S235	8	22,291	177,6	5,934	7850	2,26E-02
CFRHS60X40X5	S235	6,6	28,314	185,8	5,175	7850	2,37E-02
RRO60X30X3K	S235	3,8	61,397	231,7	10,416	7850	2,95E-02
CFRHS80X60X4	S235	8	37,367	297,7	9,947	7850	3,79E-02
CFRHS80X60X4	S235	8	31,23	248,8	8,313	7850	3,17E-02
CFRHS80X60X5	S235	9,7	42,624	413,6	11,199	7850	5,27E-02
CFRHS80X60X5	S235	9,7	36,413	353,3	9,568	7850	4,50E-02
CFRHS80X40X4	S235	6,7	105,5	708,1	23,865	7850	9,02E-02
CFRHS40X40X4	S235	4,2	16,094	67,6	2,353	7850	8,61E-03
CFRHS40X40X4	S235	4,2	18,377	77,2	2,687	7850	9,83E-03
CFRHS40X40X4	S235	4,2	15,723	66	2,299	7850	8,41E-03
HEB140	S235	33,7	42	1416,4	33,823	7850	1,80E-01
IPE200	S235	22,4	164,49	3680,2	126,35	7850	4,69E-01
CFRHS50X50X4	S235	5,5	62,748	342,3	11,684	7850	4,36E-02
CFRHS50X50X4	S235	5,5	19,515	106,5	3,634	7850	1,36E-02
RD10	S235	0,6	123,9	76,3	3,892	7850	9,73E-03
CFRHS40X40X4	S235	4,2	86,874	364,8	12,701	7850	4,65E-02
CHS88.9/5.0	S235	10,4	65,327	676,9	18,244	7850	8,62E-02
U220	S235	29,4	81,959	2406,2	58,801	7850	3,07E-01
IPE360	S235	57,1	73,22	4178,6	99,035	7850	5,32E-01
IPE240	S235	30,7	48,894	1500,7	45,067	7850	1,91E-01
U120	S235	13,3	396,04	5285,2	169,876	7850	6,73E-01
CFRHS50X50X5	S235	6,6	7	45,9	1,28	7850	5,85E-03
IPE160	S235	15,8	112,03	1767,7	69,738	7850	2,25E-01
CHS168.3/8.0	S235	31,6	160	5061,7	84,593	7850	6,45E-01
IPE330	S235	49,1	28,25	1388,2	35,424	7850	1,77E-01

Celková hmotnost konstrukce je přibližně 32468 kg = 32,4 tun.

Celkový povrch oceli je přibližně 909 m².

Celkový objem oceli je přibližně 4,14 m³.

1.3 POROVNÁNÍ VARIANT

Řešené varianty se liší v natočení podpor hlavních sloupů a v konstrukčním (statickém) řešení galerií jednotlivých variant. U první varianty jsou podpory vetknuty ve směru příčných vazeb konstrukce a vodorovná konstrukce galerie je navržena jako spřažená. Spřažení konstrukce zajišťuje spolupůsobení s betonem pomocí spřahovacích trnů, díky tomu se zmenší spotřeba oceli, protože není potřeba navrhovat profily velkých průřezů. Hmotnost celé konstrukce první varianty je 28,4 tun.

Konstrukce druhé varianty má podpory hlavních sloupů natočeny směrem do středu objektu muzea a konstrukce galerie je u této varianty navržena jako nespřažená, díky tomu beton s nosníky nespolečně působí, ale uvažuje se pouze jako zatížení. Při řešení druhé varianty se posuzují pouze jednotlivé stropnice a průvlaky jako samostatné profily bez vlivu spolupůsobení betonu, proto jsou u této varianty navrženy nosníky podstatně větších průřezů. Hmotnost celé konstrukce druhé varianty je 32,4 tun.

1.4 ZÁVĚR

Při řešení nosné ocelové konstrukce muzea v programu Scia Engineer 2012 bylo zjištěno, že natočení podpor hlavních sloupů má minimální vliv na výsledné vnitřní síly a dimenze jednotlivých prvků konstrukce. Rozhodujícím faktorem pro výběr varianty je cena konstrukce, která je závislá na hmotnosti konstrukce. Z tohoto důvodu volím pro podrobné zpracování variantu první, která má zhruba o 4000kg nižší hmotnost než varianta druhá.

2. TECHNICKÁ ZPRÁVA VYBRANÉ VARIANTY

2.1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Cílem diplomové práce je navrhnout nosnou ocelovou konstrukci muzea. Jedná se o konstrukci elipsovitého půdorysu, která má délku hlavní osy 30m a délku vedlejší osy 22m. Maximální konstrukční výška nosné konstrukce je 9m. Konstrukční výška po obvodu konstrukce v přípojích vazníků na sloupy je 8m. Světlá výška ve středu konstrukce (průsečík hlavní a vedlejší osy) je 6,46m. Zastřešení konstrukce tvoří „kopulovitá“, plocha, která má ve směru hlavní osy poloměr 113m. Ve směru vedlejší osy má poloměr 61m, tento poloměr udává tvar horního pásu příhradového vazníku procházejícího touto osou. Uvnitř muzea je navržena konstrukce galerie, přístup na tuto galerii je pomocí schodiště, které není v rámci diplomové práce řešeno. Ve výkresech je pouze schematicky naznačeno možné umístění.

2.2 POUŽITÉ NORMY

Nosná ocelová konstrukce muzea byla navržena na základě těchto platných norem:

- ČSN EN 1991 – 1 – 1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991 – 1 – 3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991 – 1 – 4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 – 1 – 1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993 – 1 – 8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- ČSN EN 1994 – 1 – 1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

2.3 ZATÍŽENÍ

Nosná ocelová konstrukce muzea byla posouzena dle ČSN EN – 1 – 1 na tyto mezní stavy:

- **Mezní stav únosnosti** - posouzení únosnosti a ztráty stability působením nejnepříznivější kombinace zatížení z návrhových hodnot zatížení
- **Mezní stav použitelnosti** - posouzení deformací na nejnepříznivější kombinaci charakteristických hodnot zatížení

Nosná ocelová konstrukce muzea byla posouzena na tyto zatěžovací stavy:

- **ZS1** – Vlastní tíha konstrukce – toto zatížení bylo vygenerováno programem Scia 2012

-
- **ZS2** – Zatížení od střešního pláště
 - **ZS3** – Zatížení od stěnového pláště
 - **ZS4** – Sníh rovnoměrný
 - **ZS5** – Sníh navátý zprava v podélném směru
 - **ZS6** – Sníh navátý zleva v podélném směru
 - **ZS7** – Sníh navátý zprava v příčném směru
 - **ZS8** – Sníh navátý zleva v příčném směru
 - **ZS9** – Vítr v podélném směru
 - **ZS10** – Vítr v příčném směru
 - **ZS11** – Galerie nahodilé zatížení
 - **ZS12** – Galerie ostatní stálé zatížení
-
- Vlastní tíha (ZS1, ZS2, ZS3 a ZS12) je uvažována dle platné normy ČSN EN 1991 – 1 – 1 „objemové tíhy, vlastní tíha „
 - Užitná zatížení - zatížení sněhem (ZS4, ZS5, ZS6, ZS7 a ZS8) je uvažováno dle platné normy ČSN EN 1991 – 1 – 3 „zatížení sněhem „
Zatížení sněhem je uvažováno pro sněhovou oblast II – město Brno, $s_k = 1,0$ kPa
součinitel expozice $C_e = 1,0$
tepelný součinitel $C_t = 1,0$
tvarový součinitel $\mu_1 = 0,8$
 - Užitná zatížení - zatížení větrem (ZS9 a ZS10) je uvažováno dle platné normy ČSN EN 1991 – 1 – 4 „zatížení větrem „
Zatížení větrem je uvažováno pro větrnou oblast II – město Brno, $v_{b,0} = 25$ m/s
kategorie terénu III – $z_0 = 0,3$ m, $z_{min} = 5$ m
 - Užitná zatížení - zatížení stropních konstrukcí pozemních staveb (ZS11) je uvažováno dle platné normy ČSN EN 1991 – 1 – 1 „užitná zatížení „
Kategorie zatěžovací plochy je C3. Z toho uvažovaná hodnota zatížení $q_k = 5,0$ kN/m²

2.4 POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Nosná ocelová konstrukce muzea je navržena ve smyslu jednodílného halového systému z oceli jakosti S235. Konstrukce se skládá celkem z devíti příčných vazeb tvořených z příhradových vazníků připojených ke sloupům a ze dvou čelních sloupků umístěných na hlavní ose elipsovitého tvaru konstrukce. Příčné vazby jsou propojeny pomocí okapových vaznic, vaznic a soustavou ztužidel.

Příčné vazby jsou tvořeny obvodovými sloupy, ke kterým jsou připevněny průvlaky galerie a příhradové vazníky. Ve vnitřní části jsou průvlaky připevněny ke vnitřním sloupům. Příhradové vazníky se skládají z horního a dolního pásu a soustavy diagonál a svislic. Poloměr horního pásu vazníků je 61m. Dolní pás vazníků bude protažen až ke sloupům, přípoj bude řešen šroubem do styčnickového plechu s oválným otvorem pro umožnění posunu. Výška a délka vazníku je závislá na umístění vazníku v konstrukci. Hlavní sloupy jsou vetknuty do základů a čelní sloupky jsou kloubově kotveny do základů. Vnitřní sloupy galerie jsou kotveny kloubově do základů.

- **Hlavní sloupy** konstrukce jsou tvořeny z profilů HEB 140. V patě jsou sloupy vetknuty a v hlavě jsou připojeny kloubově pomocí čepového spoje.
- **Ztužidla** mezi hlavními sloupy jsou tvořeny z ocelových profilů kruhového průřezu CHS 88,9 / 5,0. Jsou připevněny přivařením ke styčnickovému plechu.
- **Podélné ztužidlo** shora po obvodu konstrukce zajišťuje okrajové vaznice a je tvořeno ze čtvercových trubek přišroubovaných k přivařeným styčnickovým plechům.
- **Příhradové vazníky** budou svařeny koutovými svary z ocelových obdélníkových a čtvercových profilů.
- **Větrové ztužidlo** je navrženo z kulatiny RD 10mm a uvažuje se pouze jako tažený prvek.
- **Vaznice** jsou navrženy z profilů U120 a jsou připevněny kloubově pomocí přišroubování ke styčnickovému plechu přivařenému k vazníku.
- **Paždíky** jsou po celém obvodu konstrukce v úrovni jedem metr pod krajními vaznicemi konstrukce. Jsou připevněny kloubově ke sloupům přišroubováním k přivařeným styčnickovým plechům.
- **Střešní plášť** bude tvořený ze střešních panelů Kingspan KS 1000 TOP-DEK. Tento panel je vhodný i pro obloukové konstrukce.
- **Stěnový plášť** je navržen z bezpečnostního vrstveného skla o tloušťce 19mm.
- **Sloupy galerie** jsou navrženy z profilů HEB 140. Tyto sloupy jsou zabezpečeny ztužidlem v řezech 2 a 3. Ztužidlo je tvořeno z kulatiny RD 10mm.
- **Průvlaky** jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 300 a jsou připevněny ke sloupům kloubově pomocí šroubového spoje.
- **Krajní průvlaky** jsou tvořeny z profilů U180 a jsou připevněny ke sloupům kloubově pomocí šroubového spoje.
- **Stropnice** v části 1 jsou navrženy z válcovaných profilů IPE 140 a v části 2 jsou navrženy z profilů IPE 120.

- **Trapézový plech** Hacierco 40S/160 o výšce žebra 39mm.
- **Beton** pro betonáž vodorovné konstrukce galerie C 25/30.

2.5 POPIS NOSNÉHO SYSTÉMU KONSTRUKCE

Nosná ocelová konstrukce muzea je tvořena ze dvou částí a to z hlavní částí, kterou tvoří sloupy po obvodu a konstrukce střechy. Druhou část tvoří galerie uvnitř konstrukce. Hlavní část konstrukce tvoří vnější obvodové sloupy, které jsou ve spodní části vetknuty do betonových patek a k horní části sloupu jsou připevněny příhradové vazníky pomocí čepových spojů. Čelní sloupky jsou kotveny kloubově. V podélném směru konstrukce je zajištěna tuhost pomocí čtyř podélných ztužidel, umístěných vždy mezi vazbami 2 a 3, v příčném směru je zajištěna stabilita vetknutím sloupů. Střešní konstrukce je tvořena z devíti příhradových vazníků, které jsou v rovině střechy zabezpečeny příčným větrovým ztužidlem ve dvou řadách, tato ztužidla jsou umístěna vždy v řadě mezi podélnými ztužidly sloupů. Středy vazníků jsou zabezpečeny v podélném směru konstrukce pomocí podélného ztužidla, toto ztužidlo zajišťuje dolní pásy vazníků proti vybočení. Na vazníky jsou kloubově připevněny vaznice, které přenášejí zatížení od střešního pláště do vazníků. Zatížení je pak přeneseno z vazníků do sloupů a následně ze sloupů do základů.

Ve vnitřní části muzea je navržena konstrukce galerie, která se skládá z vnitřních sloupů kloubově kotvených do betonových patek. Sloupy jsou zabezpečeny ztužidly v úrovni mezi ztužidly hlavních sloupů 2 a 3. Na jednotlivé sloupy galerie jsou kloubově připojeny průvlaky, tyto průvlaky jsou na druhém konci kloubově připojeny k hlavním obvodovým sloupům konstrukce muzea. Na průvlaky jsou kloubově připevněny stropnice. Vodorovná konstrukce galerie je navržena jako spřažená. Stropnice a průvlaky spolupůsobí s betonem pomocí navržených spřahovacích trnů.

2.6 KOTVENÍ

Hlavní sloupy všech devíti příčných vazeb jsou kotvené do základů pomocí vetknutí. Na betonový základ je osazen patní plech, ke kterému je přivařen sloup pomocí koutového svaru podél celého průřezu sloupu. Podél sloupu jsou k patnímu plechu přivařeny podélné výztuhy z profilů U160. Podélné výztuhy jsou zajištěny osazením kotevních příčníků kolmo na výztuhy. Kotevní příčníky jsou tvořeny z profilů U80 a jsou zajištěny pomocí kotevních šroubů M20 s plochami jader $A_s = 245\text{mm}^2$. Přenos posouvající síly v patce je zabezpečen pomocí kotevní zarážky, která se přivaří ze spodu k patnímu plechu z profilu IPE 80. Na závěr po osazení sloupu a vycentrování na požadovanou polohu se provede podlití patního plechu.

Čelní sloupy jsou do základů kotveny kloubově pomocí patního plechu, který je v rozích přišroubován do betonu pomocí kotevních šroubů M20. U těchto šroubů není nutná kotevní zarážka.

Sloupy galerie jsou do základů kotveny kloubově pomocí patního plechu, který je do betonu přišroubován pomocí dvou šroubů M20 umístěných kolmo na stojinu nosníku.

2.7 MONTÁŽ

Nejprve se provedou betonové základy konstrukce. Na hotové základy se nejprve ukotví sloupy z příčných vazeb 2 a 3, tyto sloupy se zajistí ztužidly a poté se na sloupy pomocí jeřábu osadí příhradové vazníky 2 a 3, které je nutné zajistit větrovým ztužidlem a podélným ztužidlem uprostřed mezi vazníky. Poté se osadí vaznice a postupně se přistavují další příčné vazby, které je nutné v podélném směru vždy zabezpečit pomocí vaznic k už osazeným příčným vazbám. Po osazení hlavní konstrukce včetně podélného ztužidla a paždíků se provede konstrukce galerie.

Při stavbě galerie se nejprve ukotví sloupy v příčných vazbách 2 a 3 tyto sloupy se zajistí pomocí ztužidel. Následně se mezi hlavní sloupy a sloupy galerie připevní průvlaky a mezi průvlaky se přimontují stropnice. Poté se postupně budou přistavovat další sloupy s průvlaky, které se zajistí osazením stropnic. Na hotovou ocelovou konstrukci galerie se následně připevní trapézový plech a přivaří se spřahovací trny. Poté se připraví bednění pro betonáž. V montážním stádiu před betonáží je potřeba všechny průvlaky podepřít, aby nedošlo k průhybu při betonáži. Stropnice podepřeny nebudou. Po zatvrdnutí betonu začne konstrukce galerie spolupůsobit s hlavní konstrukcí muzea. Dalším krokem bude připevnění střešního a stěnového pláště.

2.8 POVRCHOVÁ ÚPRAVA KONSTRUKCE

Protikorozní ochrana povrchu ocelové konstrukce je řešena dle ISO 12944. Stupeň korozní agresivity – C2 (nízká). Jednotlivé dílce konstrukce muzea budou již při výrobě opatřeny 1 x základním syntetickým nátěrem o nominální tloušťce vrstvy 80 μm a následně 1 x vrchním nátěrem- polyesterový lak o nominální tloušťce vrstvy 80 μm , odstín upřesní investor. Příprava dílců před nátěrem – dílce budou tryskané na stupeň čistoty SA 2,5. Po namontování konstrukce je potřeba provést vizuální prohlídku a případný poškozený nátěr opravit.

2.9 ÚDRŽBA KONSTRUKCE

Údržba konstrukce bude prováděna běžnou vizuální prohlídkou alespoň jednou ročně. Pozornost je nutno zaměřit na šroubové spoje. Obnova nátěru se provede na základě vizuálního hodnocení.

2.10 HMOTNOST KONSTRUKCE

Hmotnost nosné ocelové konstrukce muzea je přibližně 28,4 tun. Celkový objem oceli je přibližně 3,63 m^3 a celkový povrch konstrukce je přibližně 866 m^2 . Tyto údaje jsou vygenerovány programem Scia Engineer 2012.

Seznam použitých zdrojů:

Tištěné materiály:

- [1] VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. *Ocelové konstrukce 2: cvičení*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04368-4.
- [2] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelobetonové spřažené konstrukce*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 149 s. ISBN 978-80-01-04298-4.

Použité normy:

- ČSN EN 1991 – 1 – 1, Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991 – 1 – 3, Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991 – 1 – 4, Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 – 1 – 1, Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993 – 1 – 8, Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- ČSN EN 1994 – 1 – 1, Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Internetové zdroje:

1. webová adresa:

[Http://ds.arcelormittal.com/repo/AMC%20Eastern%20Europe/DOCUMENTATION/cz/Arval%20-%20Statick%C3%A9%20tabulky%20\(v%C3%BDroba%20Senica\).pdf](http://ds.arcelormittal.com/repo/AMC%20Eastern%20Europe/DOCUMENTATION/cz/Arval%20-%20Statick%C3%A9%20tabulky%20(v%C3%BDroba%20Senica).pdf) [online]. [cit. 2014-01-14].

2. webová adresa:

[Http://panely.kingspan.cz/stresni-PUR-panely-KS1000-SM-zatepleni-budov-zatepleni-staveb-1805.html](http://panely.kingspan.cz/stresni-PUR-panely-KS1000-SM-zatepleni-budov-zatepleni-staveb-1805.html) [online]. [cit. 2014-01-14]. Dostupné z:
<http://panely.kingspan.cz/stresni-PUR-panely-KS1000-SM-zatepleni-budov-zatepleni-staveb-1805.html>

3. webová adresa:

[Http://www.deglass.cz/sortiment/sklo%20bezpe%C4%8Dnostn%C3%AD%20tvrzen%C3%A9.htm](http://www.deglass.cz/sortiment/sklo%20bezpe%C4%8Dnostn%C3%AD%20tvrzen%C3%A9.htm) [online]. [cit. 2014-01-14].

Seznam příloh:

- 01** – Statický výpočet – varianta 1.
- 02** – Statický výpočet – varianta 2.
- 03** – Dispoziční schéma 03
- 04** – Dispoziční schéma 04
- 05** – Kotevní plán
- 06** – Výkres detailů
- 07** – Ruční posudky v psané podobě